NOTES de RECHERCHES

OBSERVATIONS GEOMORPHOLOGIQUES DANS LA REGION DE HUAMACHUCO, ANDES CENTRALES PERUVIENNES

M.-A. Geurts

$2.50 Octobre 1982 36

RESEARCH NOTES

Department of GEOGRAPHY

Département de GÉOGRAPHIE

UNIVERSITE d'OTTAWA UNIVERSITY of OTTAWA

UNIVERSITÉ D'OTTAWA UNIVERSITY OF OTTAWA

OTTAWA ONTARIO
CANADA

NOTES DE RECHERCHE / RESEARCH NOTES

* 1. P.G. Johnson, "The Degradation of the Donjek Glacier Neoglacial Moraine, St-Elias Mts., Yukon Territory, Canada", 9 p. February 1972, $0.50.

2. C.L. Dudley, "A Note on Reinvestment Assumptions in Choosing Between Net Present Value and Internal Rate of Return", 9 p., September 1972, $0.50.

3. L. Ploegaerts, "Etude critique et comparative des plans d'urbanisme et de développement municipaux préparés depuis 1967 sur le territoire de la Communauté Régionale de l'Outaouais", 81 p., Mars 1973, $1.25.

* 4. J.E. (McCabe) Albert and P. Harrison, "Juridictional Problems of New-Brunswick Coastal Zones", 32p., May 1974, $1.50.

5. C.L. Dudley, "A Theoretical Financial Analysis of the Long Term Subsidy Value of the Regional Development Incentive Program in Canada: 1969-1972; A Summary", 32 p., October 1974, $1.50.

6a. M. Kugler-Gagnon, "Computer Processing of Geological and Geotechnical Data for Urban and Land-Use Planning", 29 p., March 1975, $1.50.

6b. M. Kugler-Gagnon, "Traitement informatique des données géologiques et géotechniques pour l'aménagement urbain et péri-urbain, 28 p. Mars 1975, $1.50.

7. C.L. Dudley, "The Weakness of Financial Location Incentives in Promoting Regional Development", 39 p., April 1975, $1.50.

8. P. Harrison, "Spatial Externalities and the Problem of Resource Control", 15 p., May 1975, $1.00.

9. P.G. Johnson, D. Cossette, D. Conway, C. Lok, "Preliminary Report: Environmental Controls on Geomorphologic Processes, Grizzly Creek, South West Yukon Territory", 108 p., August 1976, $4.00.

* 10. L. Ploegaerts, "Etude comparative des plans de zonage sur le territoire de la Communauté Régionale de l'Outaouais", 95 p., Mai 1976, $4.00.

* Réserve épuisée / Out of stock

Géographie
Faculté des arts

165 Waller
K1N 6N5

Geography
Faculty of Arts

OBSERVATIONS GEOMORPHOLOGIQUES DANS LA REGION DE HUAMACHUCO, ANDES CENTRALES PERUVIENNES

M.-A. GEURTS

OBSERVATIONS GEOMORPHOLOGIQUES DANS LA REGION DE HUAMACHUCO, ANDES CENTRALES PERUVIENNES.

Introduction

Grâce à l'invitation des Drs. J. et T. Topic, archéologues et professeurs au département d'Anthropologie de l'Université de Trent que je remercie vivement, j'ai eu l'occasion de visiter cet été durant trois semaines la région de Huamachuco (fig. 1), petite ville des Andes Centrales péruviennes. On y découvre un paysage rural très coloré, des sites archéologiques pré-incaïques remarquables et une géomorphologie aussi complexe qu'attrayante.

Je tenterai, dans ce rapport de voyage, de décrire les divers aspects de cette géomorphologie et de proposer quelques hypothèses d'interprétation pour l'évolution du relief.

Orohydrographie

Huamachuco est situé en bordure d'une dépression de 1 à 2 km de largeur étirée sur environ 6 km suivant un axe ONO-ESE, à l'altitude de 3150-3200 m (fig. 2). Cette dépression est entourée au nord par des collines qui s'élèvent à 3300 m et au sud par un important massif dont les pics culminent à 4733 m par le Senal Huaylillas, et par le Cerro Pecho Colorado à 4825 m. Cette dénivellation (± 1600 m) sur une courte distance (± 10 km) donne une idée de la raideur du relief dont la pente moyenne atteint 16%.

A l'ouest, le Cerro Huachac s'élève à 3408 m, au sud ouest le Cerro Cuichuro atteint 3850 m et au nord ouest, les ruines du site archéologique

pré-incaïques de Marca-Huamachuco occupe à 3595 m le sommet d'un synclinal perché.

Les rivières qui drainent la région appartiennent au bassin de l'Amazone. Le Rio Grande (Huamachuco) et son affluent le Rio Los Cuevas - Rio Shiracmaca s'écoulent du sud au Nord, traversent la dépression de Huamachuco et se jettent dans le Rio Condebamba. Du sud au nord, le Rio Yamobamba draine la dépression de Pampa Yamobamba, rejoint par une vallée encaissée la dépression de Huamachuco où il forme un coude très net en direction de l'ouest. Il se jette dans le Rio Sanagoran qui s'écoule vers le nord-est dans le Rio Condebamba. Le Rio Condebamba s'écoule vers le nord puis vers l'est pour rejoindre le Rio Marañon un affluent de l'Amazone.

Des coudes importants dans le tracé des rivières semblent indiquer des phénomènes de captures ainsi qu'une commande du réseau hydrographique par un "réseau" de failles. Le Rio Yamobamba est en partie constitué par les eaux du Rio Coñachugo qui s'écoule du Sud Ouest au Nord est (fig. 3). Celui-ci reçoit les eaux du Rio Jaulabamba et du Quebrada del Aqua Azul qui se dirigent tous deux vers le sud est. On constate donc des coudes important aux confluents de ces rivières avec le Rio Coñachuco.

La crête de partage des bassins de l'Atlantique et du Pacifique passe juste au sud de ces coudes et forme un col entre 3550 et 3600 m. Un petit ruisseau (Q. Manzano) occupe une large vallée qui descent vers le sud à partir du col. Les parties amonts du Quebrada del Aqua Azul et du Rio Jaulabamba se situent à 3600 m dans le prolongement vers le nord de cette vallée. Les parties avals de ces deux ruisseaux sont ensuite

Figure 1

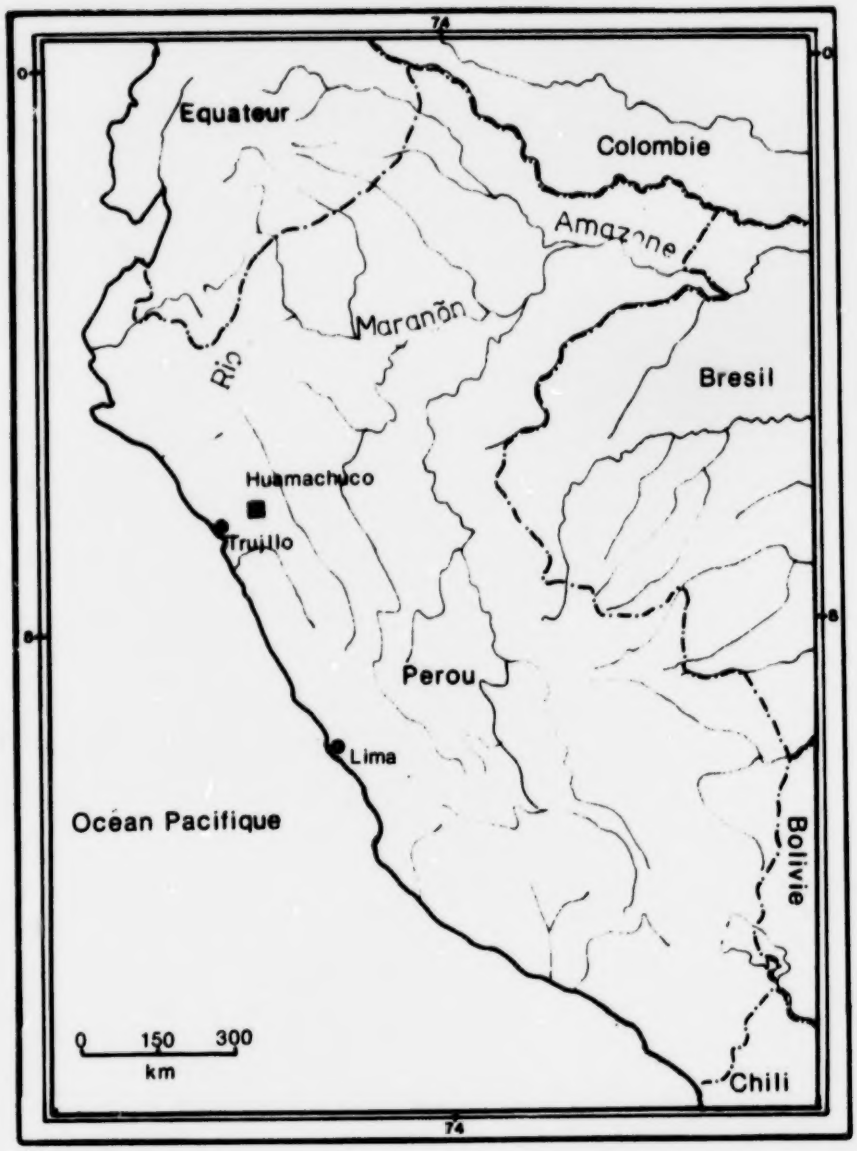
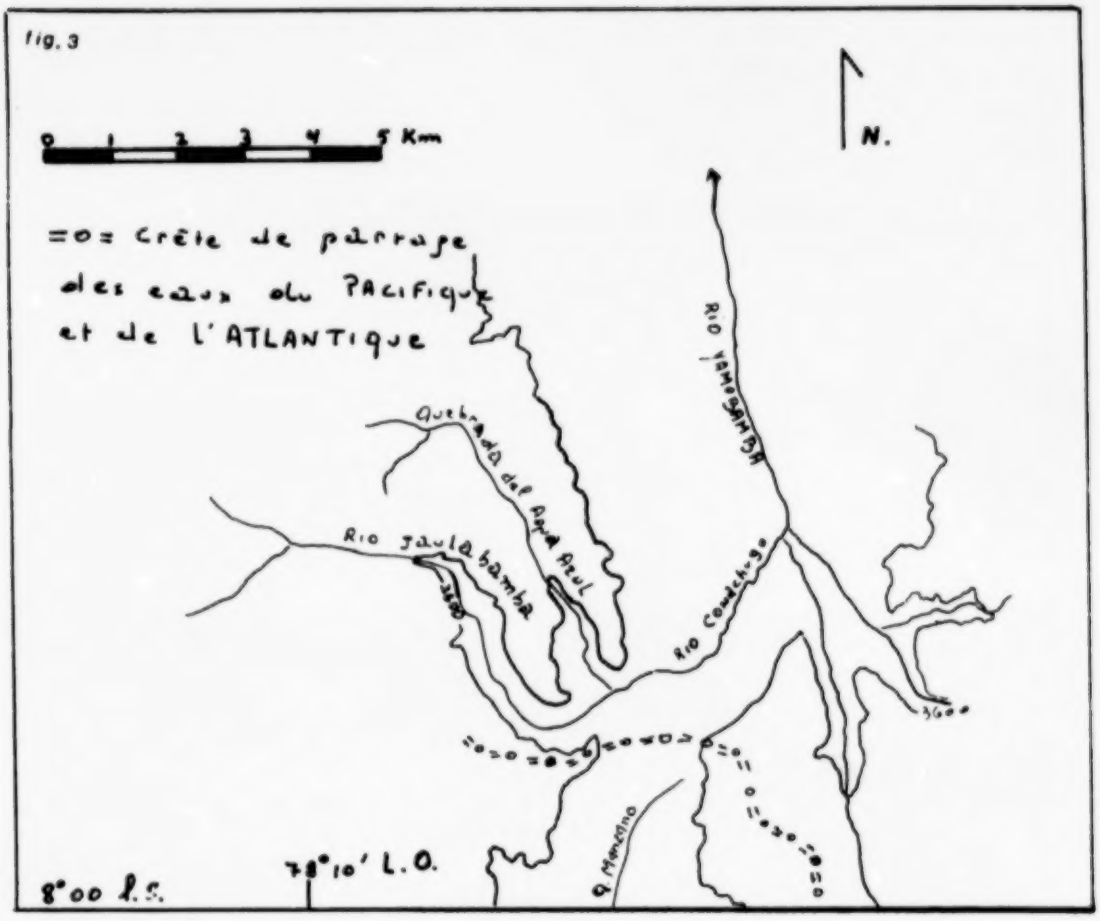

74
0
Equateur
Colombie
Amazone
Maranõn
Río
Bresil
Huamachuco
Trujillo
Perou
Lima
Océan Pacifique
Bolivie
Chili
0 150 300
km
74

Figure 2

Région de Huamachuco

Echelle: 1:111.111



fortement encaissées. Ce sont là une série d'indices topographiques qui incitent à proposer l'hypothèse d'une double capture des sources du bassin pacifique par un cours d'eau du bassin atlantique. Ceci ne pourrait être prouvé que par la recherche sur le terrain de preuves sédimentologiques au niveau du col de partage et dans la vallée de Q Manazano.

Climat

La région connait l'alternance saisonnière des climats tropicaux. La saison des pluies s'étalent de décembre à mars et la saison sèche d'avril à novembre. Les masses d'air humides proviennent de l'est.

Figure no. 4

échelle: 1:110843

Durant ce mois d'août 1982 les températures diurnes atteignaient 20 à 25° à Huamachuco et les températures nocturnes descendaient à 8-10°. L'isotherme nocturne de 0° se situe donc entre 4000 et 4500 m. Bien que ce fut la période hivernale il n'y avait pas de neige dans les grands massifs au sud de Huamachuco. Il est possible que les précipitations neigeuses y soient plus abondante durant l'été austral, c'est-à-dire durant la saison pluvieuse.

Géologie

Considérant l'extrait de la carte géologique de Cajabamba (fig. 4), on constate que la région de Huamachuco est essentiellement composée d'une série de plis anticlinaux et synclinaux de direction NO-SE, constitués de formations appartenant au Jurassique supérieur et au Crétacé inférieur et supérieur. Les plis y sont droits, déjetés ou déversés, entrecoupés de failles à rejet horizontal, de failles normales et de failles inverses (particulièrement dans la partie sud est de la carte). Les formations sont essentiellement détritiques: Quartzites, grès et lutites, avec des bancs de calcaires interstratifiés plus ou moins massifs, en particulier dans les formations de Chulec et de Santa.

Durant le Tertiaire inférieur une séquence volcanique nommée groupe Calipuy (Cossio 1964) couvre le sud ouest de la région. Dans cette zone on rencontre une morphologie typique de necks, de coulées de laves, de sills et de dykes. Au sud et sud est de Huamachuco existent plusieurs intrusions de dacite et d'andésite.

Pour le quaternaire, la carte géologique indique d'importante zone de sédimentation glaciaire, fluvioglaciaire, lacustre ainsi que des

formations alluviales.

Les processus morphogénétiques

1) Altération des roches

Diverses formes d'altération ont été observées dans la région. La grande zone volcanique située à l'Ouest du Rio Yamobamba et qui s'élève en un haut plateau de 4000 m d'altitude est caractérisée par des collines arrondies d'où émergent des massifs de roche saine fracturée en diaclases courbes (fig. 5). Celles-ci sont parfois soulignées par des taffonis. Autour de ces massifs, des amoncellement de blocs aux formes arrondies constituent des tors. A proximité de ces blocs on reconnaît des écailles de roches, résidu d'une exfoliation, et une arène très grossière.

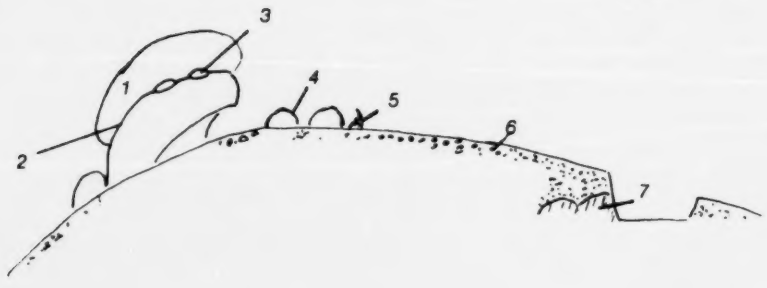


fig. 5

1- roche saine
2- diaclase courbe
3- taffoni
4. tor
5- écaille d'exfoliation
6- arène
7- roche altérée

En s'éloignant de ces massifs, l'arénisation est plus intense et la taille des grains diminue. Les coupes observées dans cette zone montrent un à deux mètres d'arène sur une roche grenue friable dont les feldspaths sont très altérés. Plus profondément on retrouve une roche

plus saine.

L'ensemble constitue une série d'auréoles d'altération croissante, dont le centre ne semble affecté que par la décompression mécanique et donc la périphérie subit l'altération chimique.

Dans les zones arénisées, des petites cuvettes semblent indiquer une activité éoliennes; celle-ci pourrait également favorisé le développement des taffonis sur la roche saine. Notons que l'activité éolienne semble suffisamment efficace sur ces hauts plateaux puisque nous avons eu l'occasion de voir des roches champignons dans les formations gréseuses un peu plus au nord.

L'altération chimique des roches à certe été très profonde puisque de nombreux dépôts de kaolinite sont exploités autour de Huamachuco. Ils sont généralement situés dans les formations de lutite. De grandes zones sont également couvertes de sables argileux rouges, et même les affleurements de quartzite présentent en surface une intense altération chimique et sont souvent couvert d'une croûte ferrugineuse. Toutefois nous n'avons pas trouvé de réelle cuirasse latéritique dans la région visitée.

La fracturation par le gel (gélivation) semble insignifiante même en altitude, du moins pour les derniers siècles. Comparativement aux montagnes rocheuses où les talus d'éboulis sont volumineux et fréquents, les grands escarpements au sud de Huamachuco ne produisent que de rares talus d'ampleur réduite. Notons qu'une route inca (communication orale de J. Topic) passe à travers l'un de ceux-ci, et qu'elle n'a pas subi de déformation notable depuis l'époque de sa construction (1400-1600 AD).

Deux raisons justifient la réduction de la gélivation à laquelle on

s'attendrait aux altitudes de ces escarpements (plus de 4000 m): les intrusions constituent des parois massives peu gélives et la sécheresse hivernale limite les apports d'eau nécessaire au processus. Néanmoins on observe une fragmentation des roches notamment le long des dykes qui recoupent les grandes auréoles d'altération dans la zone volcanique. Celle-ci pourrait être due au gel ou à de fortes alternances thermiques qui peuvent en partie résultées des nombreux incendies de paturage pratiqués régulièrement par les indigènes.

2) La gravité

La gravité semble un facteur essentiel de l'évolution du paysage dans les Andes. Cette région connaît de fréquents séismes qui occasionnent de grands éboulements. Le phénomène est particulièrement spectaculaire dans le canyon qui descend vers Trujillo. Des blocs de plusieurs mètres cubes recouvrent les versants et les dépôts torrentiels. Il s'agit dans ce cas d'une gravité pure.

La région de Huamachuco porte les traces d'une gravité assistée active. Les versants de la grande zone volcanique du sud ouest sont couverts d'une multitude de petites loupes de solifluxion de 2 à 3 m de diamètre. Les coulées boueuses avec cicatrices d'arrachement sont fréquentes en particulier sur les versants constitués de lutites ou de grés peu consolidés et couverts d'un épais manteau d'altération.

Le site de Viracochapampa (fig. 6) est bordé à l'ouest par une paroi raide qui a été affectée par un puissant glissement sur plan de cisaillement rotationnel (fig. 7).

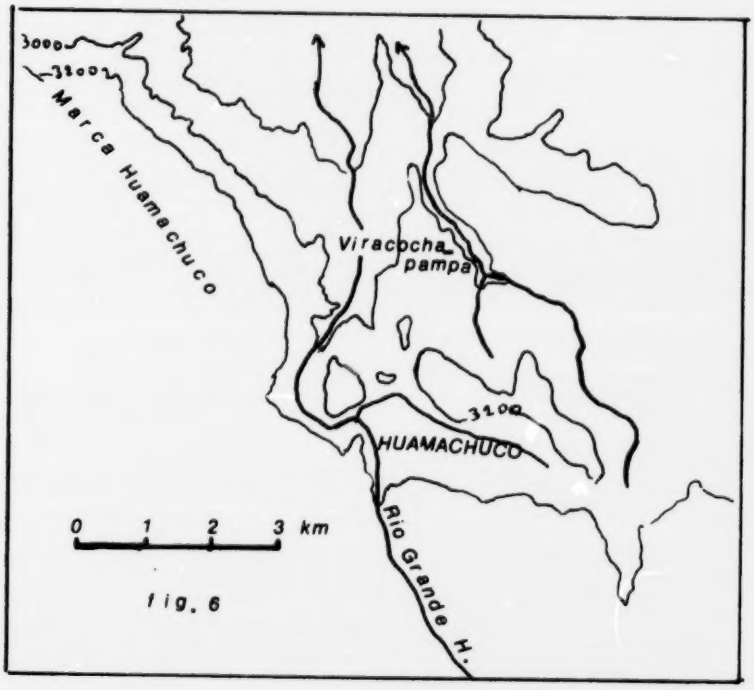


fig. 6

O. E.

VIRACOCHAPAMPA

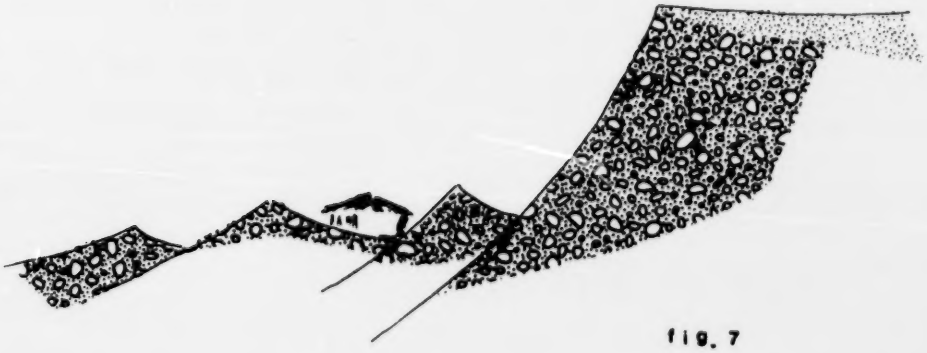


fig. 7

On y observe plusieurs petites crêtes allongées parallèlement à la paroi constituée de matériaux grossiers noyés dans une matrice sablo-argileuse. Le site semble cependant suffisamment stable actuellement pour avoir succiter la construction d'une maison entre deux de ces crêtes mais le risque demeure.

Le reolat sommital est couvert d'argile sableuse rouge contenant quelques fragments épars de grès ou de quartzite. Cette formation se retrouve également dans la dépression entre les deux collines gréseuse qui bordent au sud la surface de Viracochapampa. On l'observe également au sud de ces deux collines. Un ravin permet d'observer le contact entre la couverture argileuse et la roche en place montrant des bancs de grès et de schiste. Nous n'y avons pas vu le fauchage des bancs caractéristique du creep (fig. 8).

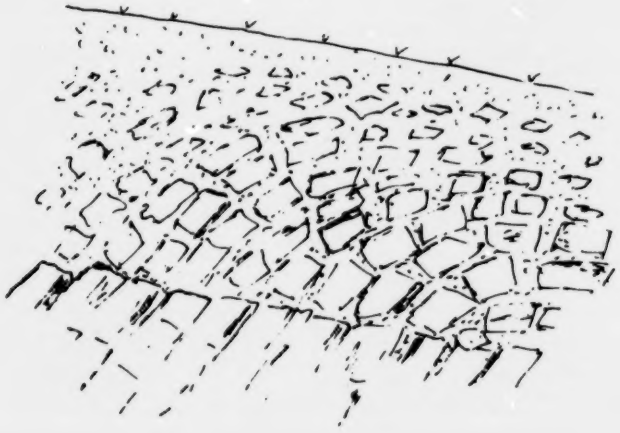


fig. 8

Les coupes montrent deux dispositions caractéristiques. D'une part la couverture argileuse passe progressivement en profondeur à la roche altérée puis à la roche plus saine. Quelques fois des bancs de grès plus épais (10 cm) et moins altérés sont interstratifés à des bancs

finement lités et déjà très altérés de grès de lutite et de schiste (fig. 9). Ceci indique donc que la couverture argileuse est d'origine locale.

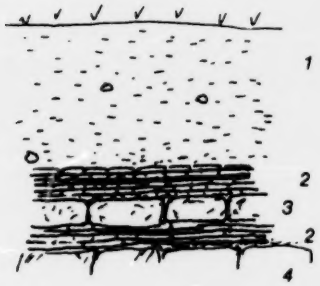


fig. 9

1_couverture argileuse

2_ roches très altérées

3_ roches peu altérées

4_substratum

D'autre part la couverture argileuse passe sans transition à la roche en place plus massive (fig. 10). Souvent même, des vides apparaissent entre l'argile et la roche, ce qui semble indiquer que l'argile a subi un transport en masse pour s'arrêter sur un substratum préalablement décapé de son manteau d'altération.

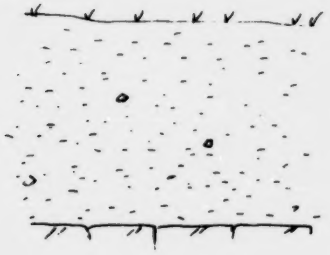


fig. 10

La couverture argileuse ne présente aucun litage pouvant indiquer une sédimentation lente dans une nappe d'eau calme, ni une structure lenticulaire caractéristique d'une sédimentation dans des filets d'eau anastomosés. De plus la découverte dans l'argile d'un fragment de fossile

parfaitement conservé rejette l'hypothèse d'un transport dans l'eau car dans ce cas, ses arêtes seraient émoussées. Par conséquent nous pensons que l'argile rouge qui couvre la base des versants et les dépressions entre le site de Viracochapampa et Huamachuco nous semble avoir été mise en place par de puissantes coulées boueuses plutôt que par une sédimentation lacustre comme l'indique la carte géologique.

Notons que cette argile subit une intense dessication en saison sèche, qui favorise la pénétration des eaux en période pluvieuse et donc le déclenchement des coulées boueuses.

Une observation intéressante semble confirmer l'intense activité des coulées boueuses sur le flanc des collines (fig. 11). Un chemin creux offre une coupe le long de laquelle on observe un alignement de blocs disposés à plat sur l'argile sableuse. Les blocs sont eux-mêmes recouvert par l'argile sableuse.

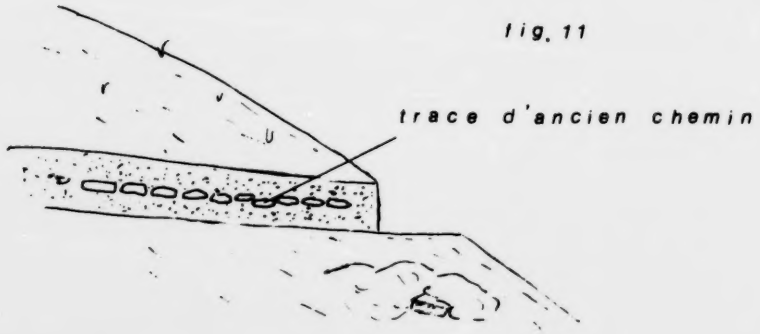


fig. 11

L'alignement de ces blocs et leur taille uniforme suggère l'emplacement de l'ancien chemin avant son encaissement sous l'action des passages répétés et du ruissellement. L'argile sableuse qui surmonte

les blocs est dépourvue de structure indiquant un ruissellement. Elle semble donc elle aussi avoir été mise en place par une coulée boueuse au-dessus de l'ancien chemin. De l'autre côté du chemin on observe un petit monticule dans lequel on reconnait des blocs prismatiques d'argile. Ceci serait les ruines d'une maison aux murs de pisé effondrés sous l'impact de la coulée boueuse. Des recherches archéologiques dans ce site pourrait vérifier cette hypothèse.

A l'ouest de la dépression du Rio Yamobamba, plusieurs ravins entaillent des versants en pente de 25 à 30%. On y observe une alternance de bancs de graviers anguleux relativement bien classés et de bancs de matériaux plus fins, le tout disposé parallèlement à la surface topographique (fig. 12). Cette distribution et la disposition du matériel s'apparentent à celles des grèzes litées.

fig. 12

La formation d'une grèze litée résulte des processus de gélifraction et de nivation. Bien que la gélifraction soit peu efficace actuellement elle peut avoir été beaucoup plus intense durant les périodes froides du Quaternaire. D'autre part la nivation semble avoir laissé des traces sous forme de niche notamment dans les montagnes qui bordent à l'ouest

la vallée du Rio Yamobamba.

3) Le ruissellement.

Le ruissellement concentré forme de grands ravins très étirée et étroits à parois presque verticales en particulier dans des dépôts de matériaux graveleux soutenus par une matrice sablo-argileuse. Parfois on observe des trous de suffosion dans le fond des ravins.

4) L'héritage glaciaire

Au sud de Huamachuco, les grands massifs qui forment l'interfluves entre le Rio Yamobamba et le Rio Grande (Huamachuco) montre plusieurs éléments de morphologie glaciaire: Cirques glaciaires, vallées en auge, roches moutonnée sur verroux, cordons morainiques frontaux, puissantes moraines latérales, morphologie bosselée des moraines d'ablation et kettle lake, kames justaglaciaires et crêtes allongées apparentées au système des kames supraglaciaires.

La vallée du Rio Grande Huamachuco s'étire parallèlement au massif du Serral Huaylillas et sa morphologie en particulier vers l'amont, est celle d'une vallée en auge (fig. 13-14). Un haut plateau (Cerro Cuchi Corral) en pente vers le nord-est sépare le Rio Grande (Huamachuco) du Q. Comun Bamba. De très nombreux blocs subanguleux à anguleux de taille variée jonchent le Cerro Cuchi Corral tandis que le versant Ouest du Q. Comun Bamba n'en porte pas. Cette répartition semble indiquer que l'épaisseur du glacier dans la vallée du Rio Grande (Huamachuco) a été suffisante pour qu'il transflue sur le Cerro Cuchi Corral sans pour autant atteindre le versant ouest du Q. Comun Bamba.

fig. 13

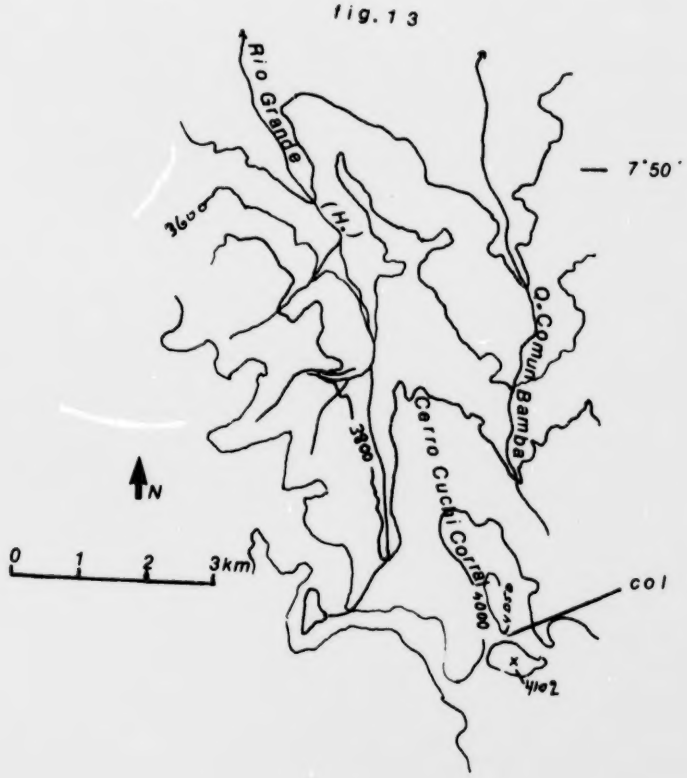
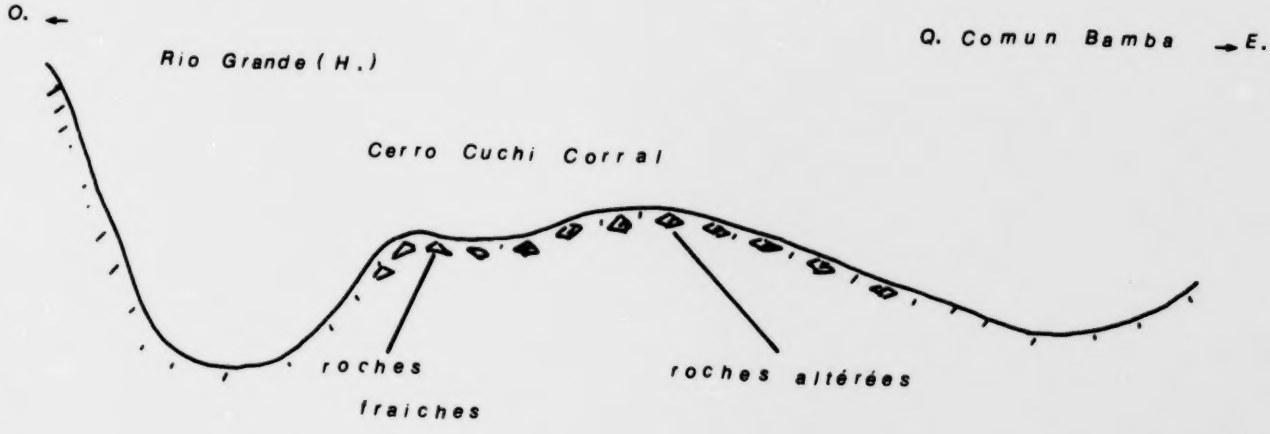

Rio Grande (H.)
7°50'
3600
Q. Comun Bamba
3800
Cerro Cuchi Corral
4000
col
4102
N
0 1 2 3km

fig. 14


O.
Rio Grande (H.)
Q. Comun Bamba
E.
Cerro Cuchi Corral
roches fraiches
roches altérées

Il semble aussi qu'une succession d'épisode glaciaires puissent y être reconnu. En effet une crête parsemé de bloc d'allure fraîche longe la vallée du Rio Grande (Huamachuco), tandis que plus à l'est vers le plateau, les blocs sont nettement altérés sur au moins 5 mm d'épaisseur, montrant des petites cuvettes comparables à des kamenitza (même s'il ne s'agit pas de calcaire) ainsi que des croûtes ferrugineuses.

Dans la partie amont de cette crête qui constitue une moraine latérale le long du Rio Grande Huamachuco, on observe un col qui a permis le passage des glaces à une époque où celles-ci n'atteignait pas le sommet du Cerro Cuchi Corral. A partir de ce col une vallée à peine encaissée descend vers l'est. On y observe des petites crêtes étirées en position latérale qui suggèrent des petites moraines latérales, ainsi que trois cordons morainiques frontaux peu importants (fig. 15).

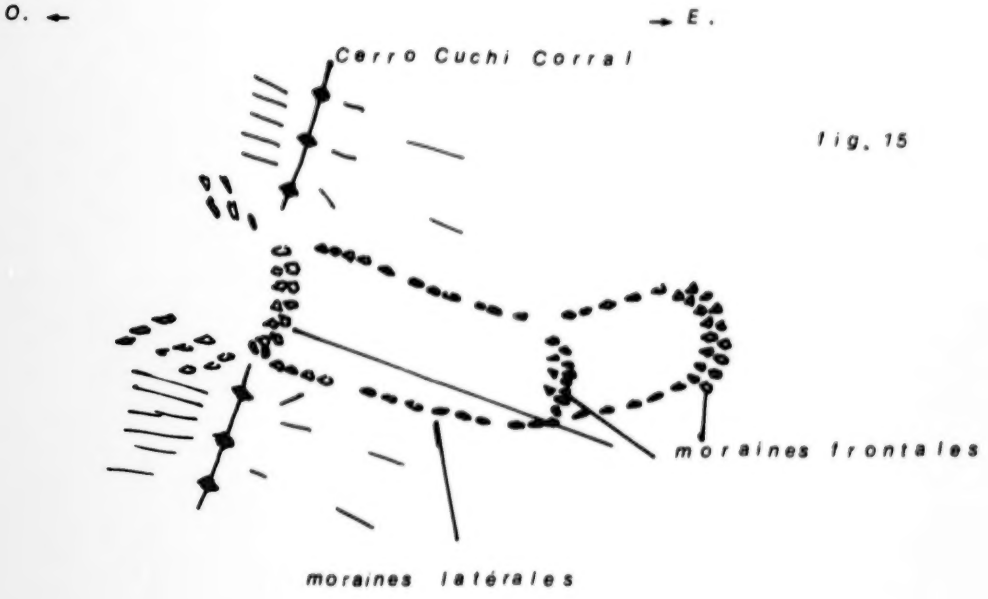


fig. 15

Une interprétation classique ce cette zone nous amènerait à proposer trois épisodes glaciaires: le premier caractérisé par une langue glaciaire suffisamment épaisse pour déborder largement sur le plateau, le deuxième se limitant à la vallée du Rio Grande (Huamachuco) et édifiant une moraine latérale où les blocs ont conservé un aspect frais, et le troisième où l'épaisseur de la glace a été juste suffisante pour que le glacier franchisse le col dans la moraine latérale. Ce troisième épisode peut être lui-même subdivisé en trois étapes marquées par les trois petites moraines frontales dans la vallée qui descend vers l'est à partir du col. Notons que de l'autre côté de la chaîne, au sud, nous avons observé à proximité des cirques une série de trois lacs barrés par des moraines frontales également. S'agit-il de trois avancées glaciaires maximales de la dernière glaciation ou de simples pulsations dans les épisodes de retrait, la question n'est pas résolue.

5) Les cônes alluviaux

Autour de Huamachuco plusieurs sites offrent des vues panoramiques sur l'ensemble des sommets et sur les dépressions en particulier celles de Huamachuco et celle du Rio Yamobamba. On y constate que souvent le raccord entre dépression et massifs montagneux se fait par l'intermédiaire de vastes cônes alluviaux coalescents pouvant atteindre 3 à 4 km de longeur. Ces cônes ont une pente d'environ 10 à 15%. La pente atteint 20 à 25% quand le cône est de plus petite taille. Les cônes alluviaux sont plus vastes encore dans la plaine côtière notamment celui de Trujillo qui atteint 25 km entre son apex et la mer.

La dépression du Rio Yamobamba

La carte géologique de Cajabamba indique des formations glaciaires quaternaires dans la dépression de Yamobamba. Nous y avons reconnu également une morphologie glaciaire et des dépôts glaciaires dans la partie plus élevée de la dépression, mais vers l'aval la forme en cônes apparait nettement ce qui suggère un ensemble de cônes proglaciaires coalescents. Une coupe de trois mètres de profondeur le long d'un lit torrentiel montre de bas en haut les unités suivantes (fig. 16):

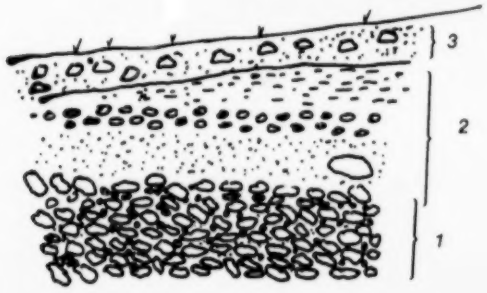


fig. 16

- l'unité 1 est un matériel hétérogène mal trié et de couleur ocre en majeure partie de blocs subanguleux dans une matrice poreuse de gravier sable et limon. Les blocs de calcaire ne sont pas striés. Plusieurs blocs sont empilés les uns sur les autres et présentent un pendage vers l'amont comme dans le lit actuel du cours d'eau.

- l'unité 2 se caractérise par 3 bancs d'environ 50 cm d'épaisseur: de bas en haut un banc sablo-limoneux dans lequel est parfois noyé

un bloc de 30 à 40 cm, un banc de gravier et sable et un banc limono-sableux. Le tout est stratifié horizontalement.

- l'unité 3 constituée de blocs dans une matrice sablo-limoneuse assez abondante tronque l'unité 2 et sa disposition est conforme à celle de la surface topographique.

L'interprétation de cette coupe reste provisoire. L'unité 1 avec son matériel hétérogène pourrait être considérée comme un till et serait donc conforme à l'interprétation de dépôt glaciaire de la carte géologique. L'absence de stries sur les blocs de calcaires et la matrice peut abondante nous incite cependant à douter de l'interprétation de till. Il pourrait s'agir dans ce cas d'un dépôt torrentiel sur cône proglaciaire car la description de cette unité rappelle celle des faciès GM de Mial (1978) communs dans un cône alluvial. (Rust 1979, p. 9).

GM: Horizontally Bedded Clast - supported gravel, commonly imbricate.

"Clast support indicates energetic aqueous transport that deposits gravel on the bed while sand is still carried in suspension; as flow velocity decreases, sand infiltrates into spaces between the larger particles".

L'unité 2 pourrait indiquer une fin de crue avec décantation des particules fines tandis que l'unité 3 pourrait correspondre à un "debris flow" faciès GMS de Rust (1978):

"Massive, muddy matrix - supported gravel. With variable, non imbricate internal fabric" (Rust 1979, p. 12).

Dans l'état actuel de nos connaissances il reste que la distinction entre till et lave torrentielle demeure un problème complexe et que seule une étude approfondie tant de la géomorphologie que de la sédimentologie s'avère nécessaire pour arriver à une interprétation correcte et complète de cette dépression.

Le site de Viracochapampa

A l'aval de Huamachuco (C'est-à-dire au Nord) la zone de Viracochapampa forme une surface plane à 3000 m d'altitude et en pente faible vers le Nord-Est. La carte géologique à cet endroit indique "quaternaire alluvial" ainsi qu'à l'ouest du Rio Grande (Huamachuco). Celui-ci est encaissé d'au moins 150 m dans cette surface. De profonds ravins et la paroi escarpée du glissement de terrain décrit précédemment entaillent cette surface constituée d'un puissant dépôt (au moins 50 m d'épaisseur) de matériaux grossiers et hétérogènes dans une matrice sablo-limoneuse. On n'observe pas de stratification nette mais une disposition en bancs de plusieurs mètres d'épaisseur terminant à la partie supérieure par des matériaux moins grossiers. Ces bancs possèdent un léger pendage vers le nord-est. Les blocs de nature variée (roches ignées, calcaires, quartzites, grès) ont des dimensions le plus souvent comprises entre 10 et 30 cm. Il existe aussi plusieurs grands blocs (1 m à 1,5 m) disposés à plat. Les blocs sont subanguleux, et ceux qui sont constitués de grès grossier ou fin ainsi que les roches ignées sont profondément altérés au point d'être friables sous la pression des doigts. La matrice est également profondément altérée.

Ce dépôt semble correspondre au faciès GMS de Rust (1978) "Muddy matrix - supported gravel, lack imbrication and internal stratification" faciès sédimentaire qui correspond à un "debris flow" ou "mud flow" et qui est fréquent à l'apex d'un cône alluvial.

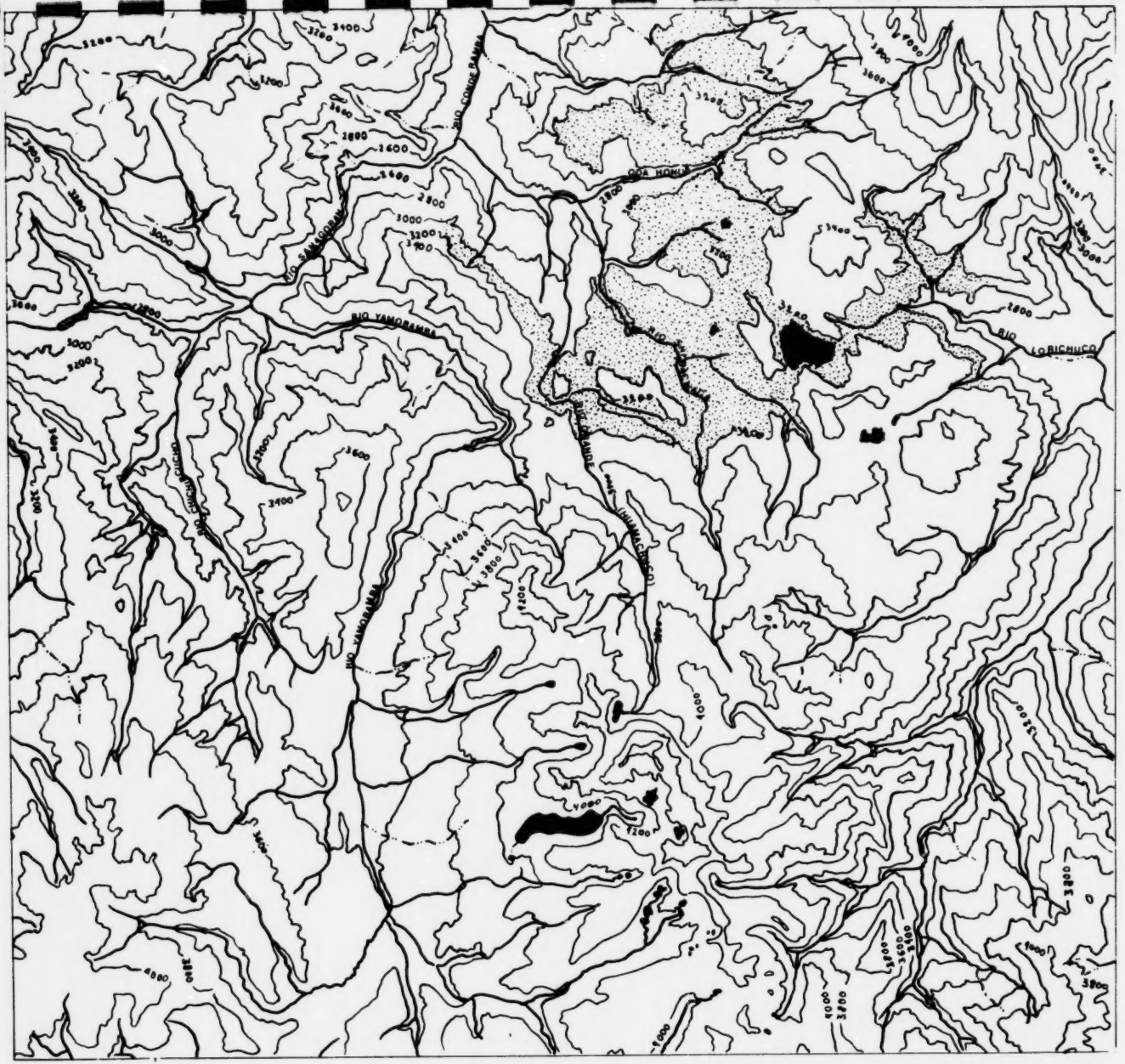
Ce dépôt est surmonté par une couche d'argile sableuse rouge dont l'épaisseur s'accroît vers le nord-est.

Juste à l'Ouest de Huamachuco le Rio Grande (Huamachuco) coule sur la roche en place (environ 3130 m) dans un étroit canyon. Il s'est encaissé dans des formations aussi grossières que celle de Viracochapampa. Il en est de même pour son affluent de rive droite qui à l'est de Huamachuco draine une large vallée suspendue à environ 3160 m et qui s'encaisse dans les mêmes formations grossières juste au nord de Huamachuco. Nous pensons que ces formations grossières se poursuivent vers l'amont du Rio Grande Huamachuco et qu'on pourrait les retrouver sous les dépôts fin qui colmatent la vallée suspendue à l'est de Huamachuco.

Evolution du relief dans la région de Huamachuco

Après la sédimentation marine du Jurassique et du Crétacé, l'orogenèse et le volcanisme furent particulièrement actif durant le tertiaire. Au tertiaire moyen et supérieur, les formations de Cajabamba et Condebamba sont mises en place en milieux continental (Reyes-Rivera 1980). Elles sont identifiées sur la carte géologique à 15 km au nord de Huamachuco. Selon Reyes Rivera (1980) quatre surfaces d'érosion à différents niveaux (1600-1800, 2200-2500, 3000-3500 et 3800-4000 m) sont réparties sur les régions de Cajamarca, San Marcos et Cajabamba. La surface la plus élevée appartiendrait aux pénéplaines formées au Tertiaire inférieur

fig. 17



8° 50 lat SUD

78° 10 long. OUEST

REGION de HUAMACHUCO

0 1 2 3 4 5km

avant le soulèvement rapide des Andes. Les surfaces moyennes se seraient formées au tertiaire supérieur.

La région de Huamachuco possède de grandes surfaces planes ou en pente douce couverte de matériaux fins entre les altitudes de 3000 à 3400 m d'où émerge des collines. Nous y avons cherché les stones lines et les cuirasses latéritiques qui pourraient identifier une pénéplanation mais nous n'avons trouvé que l'intense altération du substratum et quelques encroûtement ferrugineux sur des brèches de failles ou sur des quartzites. Il reste néanmoins que l'ampleur de ces surfaces suggère un niveau d'érosion important formé dans une succession climatique (alternance de climats tropicaux secs et humides) permettant l'aplanissement et datant probablement de la fin du tertiaire. A cette époque des écoulements auraient pu se faire en direction du Rio Lorichuco par l'intermédiaire de la laguna Sausacocha qui se trouve dans le prolongement vers l'est de la vallée suspendue de Huamachuco (fig.17). Les zones aplanies auraient alors servi de piège pour les laves torrentielles descendant le Rio Grande (Huamachuco) comme cela semble être le cas pour Viracochapampa. La formation des cônes peut avoir été exacerbées durant les périodes glaciaires du Quaternaire, en particulier en période de fusion.

La vallée du Rio Grande (Huamachuco) suggère trois épisodes glaciaires. Si les dépôts de Viracochapampa se sont formés au moment de la fusion des glaces du ler épisodes glaciaire, l'encaissement du Rio Grande (Huamachuco) dans cette formation ne semble pas excessif. Cet encaissement a dégagé aux moins deux niveaux de terrasses visibles vers l'aval depuis le site de Marca-Huamachuco.

Conclusion

Sans oublier que la tectonique demeure l'un des éléments essentiel de l'édification du relief dans la région de Huamachuco et qu'elle peut avoir modifié de façon drastique les réseaux de drainage, l'évolution du paysage fut certe commandé par les processus d'altération et d'aplanissement caractéristiques des pays tropicaux. Durant les périodes froides du Quaternaire les glaciers ont édifiés d'importants dépôts et la gélifraction semble avoir été efficace. L'Holocène est caractérisé par l'encaissement des cours d'eaux, le ravinement et par les glissement de terrain.

Cet essai sur la géomorphologie de Huamachuco soulève plus de questions qu'il n'en résout. L'évolution du relief d'une région ne peut être comprise en quelques semaines. Une première visite sur le terrain excite la curiosité du géomorphologue qui tentera d'interpréter le relief et les dépôts en se basant sur son expérience d'autres régions. C'est alors qu'il constate la convergence éventuelle des formes ou des dépôts qui l'oblige à remettre en question les connaissances qu'il avait acquises antérieurement. C'est ainsi qu'un simple rapport de voyage peut engendrer des projets de recherches variés tant sur la région visitée que sur l'analyse détaillée des formes et des dépôts problématiques et c'est déjà un acquis sérieux.

Références

Cossio, A., 1964:

Geologia de los cuadrangulos de Santiago de Chuco y Santa Rosa, Com. Carta. Geol. Nac., Bol. 8.

Miall, A.D., col., 1978:

Fluvial Sedimentology: Can. Soc. Petrol. Geol. Mem. 5, 859 p.

Reyes Rivera, L., 1980:

Geologia de los cuadrangulos de Cajamarca, San Marcos y Cajabamba Hoyas: (15-f, 15-g y 16-g) Botefin No 31 Série A. Carta Geologica National. Institute Minero y Metalurgico Lima-Peru 67 p., 3 laminas.

Rust, B.R., 1978:

Depositional models for braided alluminum: in A.D. Miall, Col, Fluvial Sedimentology: Can. Soc. Pet. Geol. Mem. 5, p. 605-625.

Rust, B.R. 1979:

Facies Models 2. Coarse Alluvial Deposits: in Facies Models, Ed. by R.G. Walker: Geoscience Canada. Reprint Series 1. p. 9-21.

Cartes

- Mapa geologico del cuadrangulo de Cajabamba, 1:100,000 1980.
- Carta Nacional 1:100,000 Cajabamba 1.G.M. Lima Peru 1970.

11. G.P.F. Steed, "An Historical Geography of the Canadian Clothing Industries: 1800-1930's", 52 p. November 1976, $2.75.

12. R.A. Roberge, "Investment Decisions, Comparative Costs, and the Evolving Location Pattern of the Canadian Pulp and Paper Industry", 38 p., December 1976, $2.00.

13. P.F. Ricci, "Spatial Analysis Through Carrying Capacity", 24 p., Janvier 1977, $1.75.

14. P. Harrison, "Spatial Demand Under Conditions of Substitution: A Disgrammatic Exposition", 20 p., February 1977, $1.50.

15. P.F. Ricci, "From Public Announcement to Completed Construction: A Study of the 12 year Impact of a Water Resource Project on Property Values", 23 p., June 1977, $1.75.

16. P.F. Ricci, and V. Maclaren (ed.), "Selected and Annotated Readings on Planning Theory and Practice", 72 p., September 1977, $3.00.

17. R. Wesche, "Modern Agricultural Settlement in Rondonia, Brazil", 31 p., August 1977, $1.50.

18. P. Harrison, "Decision Information and Coastal Management: Some Preliminary Remarks", 15 p., August 1978, $1.50.

19. A.G. Lewkowicz, "An Approach to the Study of Surface Wash: The Case of the Laboratory for Experimental Geomorphology, Leuven, Belgium", 42 p., April 1978, $2.50.

20. V. Berdoulay, "Notes sur les idéologies comme l'objet d'étude géographique", 23 p., Mars 1979, $1.75.

21. S. Ansari, "Spatial Variations in Levels of Socio-Economic Development of Ontario and the Industrial Structure: an Empirical Test", 66 p., March 1979, $4.50.

22. D.A. St-Onge, "Forages au roc, Région Nord de Montréal", 113 p., Juillet 1979, $8.00.

23. M. Phipps, "Information Theory and Spatial-Ecological Analysis: The "Pegase" Procedure, 45 p., 2 fig., September 1979, $3.00.

24. G.P.F. Steed and M. Appana, "Preservation, Rationalization and Orderly Adaptation: Canada's Footwear Sector", 35 p., September 1979, $2.50.

25. Felix A. Kwamena and Peter Harrison, "Canada's Offshore Resources: Frameworks for Management", 215 p., November 1979, $12.50.

26. Peter Harrison, "Managing Canada's Ocean Area: Institutions, Client Groups, and Co-ordination", 30 p., December 1979, $2.00.

27. Felix Kwamena, "Canada's Offshore Resources: The Problem of Integrated Planning in Canada's 200-mile Economic Zone", 27 p., December 1979, $2.00.

28. Peter Harrison, "Canada: Energy Futures, Energie et l'Avenir", 61 p., April 1980, $5.00.

29. Michel Phipps, "Recherches écologiques pour l'aménagement forestier: Les Cédraies du Moyen Atlas du Sud-Ouest."

    a) Le contexte, 38 p., juin 1980, $2.50.

    b) L'approche méthodologique et l'espace écologique, 75 p., janvier 1981, $5.50.

    c) Les types de communautés végétales, 122 p., mars 1981, $5.50.

30. Guy Steed, "National Circumstances, Expectations Conflict and Compromise: Canada's Textile and Clothing Policy", March 1981, $2.50.

31. Peter Harrison, Charles Brassard, Donald Wright, "Capital Expenditures to Develop the Hibernia Field: Sectoral and Spatial Distributions of Impacts", June 1981, $3.00.

32. Edmond Kayser, "Les routes et le développement des transports au XIXe siècle: la formation des réseaux luxembourgeois", 32 p., Août 1981, $2.50.

33. Don Tate, "The Analysis of Manufacturing Employment in Canada Using Shift-Share Analysis: An Examination of Methodology and an Empirical Test", 66 p., December 1981, $6.00.

34. Véronique Dewez et Daniel Lagarec, "La dualité glaciaire - périglaciaire et l'origine de certaines formes dues à la fonte de glace", 77p., juin 1982. $7.00.

35. Ghyslain Poulin et Michel Phipps, "Ambiance et structure forestières: Une méthode d 'approche pour l'étude du loisir en forêt". 33p., août 1982, $2.50.

36. Marie-Anne Geurts, "Observations géomorphologiques dans la région de Huamachuco, Andes centrales péruviennes", 27 p., octobre 1982, $2.50.